

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

PCT/KR 00/00564

KR00/564
10/009063
REC'D 28 JUN 2000
WIPO PCT

대한민국 특허청
KOREAN INDUSTRIAL
PROPERTY OFFICE

ESU

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

출원번호 : 특허출원 1999년 제 20854 호
Application Number

출원년월일 : 1999년 06월 05일
Date of Application

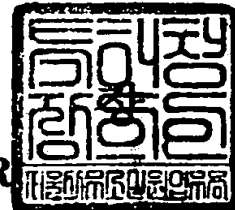
출원인 : 대우전자주식회사
Applicant(s)



2000 년 03 월 13 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	2
【제출일자】	1999.06.05
【발명의 명칭】	스캐닝 프로브를 구동하기 위한 장치 및 이의 구동방법
【발명의 영문명칭】	APPARATUS FOR DRIVING SCANNING PROBE AND METHOD THEREO
【출원인】	
【명칭】	대우전자주식회사
【출원인코드】	1-1998-000696-1
【대리인】	
【성명】	박희진
【대리인코드】	9-1998-000233-1
【포괄위임등록번호】	1999-005328-4
【대리인】	
【성명】	박영우
【대리인코드】	9-1998-000230-2
【포괄위임등록번호】	1999-005329-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김유광
【성명의 영문표기】	KIM, You Kwang
【주민등록번호】	641208-1018714
【우편번호】	463-010
【주소】	경기도 성남시 분당구 정자동 우성아파트 303-602
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 박희진 (인) 대리인 박영우 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	6 면 6,000 원

1019990020854

2000/3/1

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 9 항 397,000 원

【합계】 432,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

스캐닝 프로브를 구동하기 위한 장치 및 이의 구동방법이 개시되어 있다. 스캐닝 프로브 상에 박막형 액츄에이터를 구성하여 스캐닝 프로브의 팁을 측정시료 상에 위치시키는 포지셔닝 동작을 수행하고, 스캐닝 프로브의 외부에 벌크형 액츄에이터를 구성하여 스캐닝 프로브의 팁이 측정시료의 표면굴곡을 소정의 주기로 접촉하기 위하여 팁의 탭핑 동작을 수행하여 미세한 측정시료의 굴곡상태를 검출한다. 또한, 박막형 액츄에이터의 특성상 벌크형 액츄에이터의 크기보다 작고, 구동주파수도 낮으므로 스캐닝 프로브의 각각의 캔틸레버에 박막형 액츄에이터를 구성함으로써 고속으로 측정시료의 굴곡상태를 스캐닝할 수 있다.

【대표도】

도 3

【명세서】

【발명의 명칭】

스캐닝 프로브를 구동하기 위한 장치 및 이의 구동방법 {APPARATUS FOR DRIVING
SCANNING PROBE AND METHOD THEREOF}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 원자힘 현미경(AFM)의 원리를 간략히 설명하기 위한 그림이다.

도 2는 종래의 벌크형 액츄에이터로 구동되는 스캐닝 프로브의 구동장치를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명에 의한 스캐닝 프로브의 구동장치의 일 실시예를 도시한 블록도이다.

도 4는 스캐닝 프로브의 팁이 수행하는 탭핑 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명에 의한 스캐닝 프로브의 구동장치의 다른 실시예를 도시한 블록도이다.

도 6은 도 5에 따른 광 분배기의 일 예를 설명하기 위한 블록도이다.

도 7은 본 발명에 의한 스캐닝 프로브의 구동방법을 설명하기 위한 흐름도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

100 : 레이저원 200 : 기준주파수 발생기

300 : 스캐닝 프로브 310, 710, 712 : 팁

320, 720, 722 : 컨틸레버 330, 730 : 벌크형 액츄에이터

340, 740, 742 : 박막형 액츄에이터

400, 800 : 광검출부

410, 810, 820 : 포토 다이오드 420, 830, 840 : 증폭기

500 : 위치제어 연산부 510 : 주파수 복조기

530, 932, 934 : 변위차 연산기 540, 900, 942, 944 : 위치 구동기

600 : 광경로 분리기 610 : 액츄에이터

612 : 제1 전극 614 : 변형층

616 : 제2 전극 620 : 가변전원

630 : 거울 700 : 스캐닝 프로브

912, 914 : 주파수 복조기 922, 924 : 주파수차 연산기

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<22> 본 발명은 스캐닝 프로브의 구동장치 및 이의 구동방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 측정시료의 표면 굴곡상태를 고속으로 스캐닝할 수 있는 스캐닝 프로브, 이를 구동하기 위한 장치 및 이의 구동방법에 관한 것이다.

<23> 반도체 분야는 보다 높은 처리속도와 고집적화를 추구하고 있으며 이러한 추세에 맞추어 반도체 디바이스의 분석장비로써 높은 해상도를 위한 분석장비가 요구되고 있다. 특히, 높은 공간 분해능 분석장비의 하나로써 스캐닝 프로브 현미경(scanning probe microscope; SPM)이 상용화되고 있다.

<24> 탐침원자 현미경의 종류로는 전자의 터널링(tunneling)현상을 이용한 STM과 원자간

의 반 데르 발스(Van Der Waals) 힘을 이용한 원자힘 현미경(AFM), 자기력을 이용한 자기힘 현미경(Magnetic Force Microscopy; MFM) 등 다양한 SPM 계열이 있으며 시료의 지형(Topography), 분광(spectroscopy), 표면 마찰(surface friction) 또는 표면 접착(surface adhesion) 등의 분석장비로써 주로 연구되고 상용화되어 왔다. 최근에는 이를 이용한 응용분야가 반도체 공정과 물리학은 물론이거니와 생물학 분야에 이르기까지 점차적으로 확대되고 있는 실정이다.

<25> 1986년 퀼트 등에 의해 발명된 원자힘 현미경(Atomic Force Microscope : 이하 AFM이라 칭함)은 물질의 외곽이나 모양을 원자레벨까지 측정할 수 있는 현미경으로서, 수십 μm 의 외팔보(컨틸레버) 구조물 끝에 미세한 팁(tip)을 달아 표면에 가까이 하여 팁 끝과 표면간에 원자간 힘에 의해 외팔보 구조물이 휘어지게 되는데 이때 표면의 굴곡에 이 힘의 차이가 생기고 이를 여러 가지 방법에 의해 측정하여 이를 이용해 표면의 높이를 \AA 의 단위까지 측정할 수 있는 초정밀 표면 측정기구이다.

<26> 도 1은 원자힘 현미경(AFM)의 원리를 간략히 설명하기 위한 그림이다.

<27> 도 1을 참조하여, 외팔보 형상인 컨틸레버 구조물의 자유단에 형성된 팁이 측정시료의 표면을 이동할 때 미세한 높이의 변화(ΔZ)가 발생한다. 그러므로 상기 컨틸레버의 굴절정도를 측정함으로써 측정시료의 표면상태를 알아낼 수 있다.

<28> 도 2는 종래의 벌크형 액츄에이터(bulk type actuator)로 구동되는 스캐닝 프로브(scanning probe)의 구동장치를 나타낸 도면이다. 이때 상기 벌크형 액츄에이터는 압전 물질(PZT)을 얇게 절단하여 내부에 금속전극이 형성된 세라믹 웨이퍼를 트랜지스터가 내장된 액티브매트릭스에 장착한 후 소잉 작업을 이용하여 가공함으로써 이루어진다.

- <29> 도 2를 참조하여 종래의 스캐닝 프로브의 구동장치를 간략히 설명하면,
액츄에이터(도시하지 않음) 상부에 위치한 측정시료와 상기 측정시료에 연동하여 컨틸레버(24)의 자유단에 형성된 팁(22)이 상·하 운동을 한다.
- <30> 상기 팁(22)의 운동에 응답하여 컨틸레버(24)는 레이저원(10)으로부터 입사되는 레이저광(11)의 반사각도를 상이하게 반사한다. 수광부(30)의 포토다이오드(32)가 상이한 반사각도로 입사되는 반사광(13)을 수광하고, 증폭기(34)에서 소정의 이득으로 증폭한다. 피드백 제어부(40)에서는 상기 수광부(30)로부터 증폭된 수광신호를 제공받아 벌크형 액츄에이터의 구동을 제어하기 위한 신호(41), 예를 들어 구동전원 등을 상기 벌크형 액츄에이터부(26)에 제공한다.
- <31> 그러나 상기 벌크형 액츄에이터를 이용한 스캐닝 프로브의 경우에는 벌크형 액츄에이터의 소자 특성상 그 크기가 크므로 아주 미세한 스캐닝 프로브를 만들어야 하는데 문제가 있고 또한 변형층의 응답이 느리다는 단점이 있다.
- <32> 또한 상술한 종래의 스캐닝 프로브에 의하면, 팁을 측정시료의 표면에 위치시키는 포지셔닝(positioning)동작과 도 4에 도시한 바와 같이 팁을 측정시료의 굴곡표면에 간헐적으로 위치시켜 측정시료의 굴곡상태를 검출하기 위한 탭핑(tapping)동작을 동시에 수행한다.
- <33> 그러나 측정시료의 굴곡정도를 측정하는데 있어서, 스캐닝 스피드를 높이기 위해서 팁을 복수 개 장착할 경우에는 각 팁의 별도 구동이 어려웠고, 또한 복수 개의 스캐닝 프로브를 형성하여 측정시료의 굴곡상태를 동시에 스캐닝하는 데는 어려움이 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<34> 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로, 본 발명의 제1의 목적은 고속으로 스캐닝 동작을 수행하기 위하여 복수 개의 팁을 스캐닝 프로브에 구성한 스캐닝 프로브의 구동장치를 제공하는 것이다.

<35> 본 발명의 제2의 목적은 상술한 스캐닝 프로브의 구동장치를 구동하기 위한 방법을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<36> 상기한 본 발명의 제1의 목적을 실현하기 위하여, 본 발명의 일실시예는,

<37> 레이저원;

<38> 기준주파수 성분을 발생하기 위한 기준주파수 발생기;

<39> 컨틸레버, 상기 컨틸레버의 자유단에 형성되어 측정시료의 표면 굴곡에 연동하는 팁, 일체로 형성되어 상기 컨틸레버의 구동을 제어하기 위한 박막형 액츄에이터, 그리고 기준주파수의 구동전압에 의해 구동되는 벌크형 액츄에이터를 포함하여 상기 레이저원으로부터 방사되는 레이저를 반사하기 위한 스캐닝 프로브부;

<40> 상기 스캐닝 프로브부로부터 반사되는 레이저빔을 검출하여 검출신호를 발생하기 위한 광검출부; 그리고

<41> 상기 광검출부로부터 검출신호를, 상기 기준주파수 발생기로부터 기준주파수를 제공받아 상기 박막형 액츄에이터의 구동전원을 제어하여 변위를 제어하기 위한 위치제어 연산부를 구비하는 스캐닝 프로브의 구동장치를 제공한다.

<42> 또한, 본 발명의 제1의 목적을 실현하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예는,

- <43> 레이저원;
- <44> 기준주파수 성분을 발생하기 위한 기준주파수 발생기;
- <45> 상기 레이저원으로부터 입사되는 레이저빔을 상이한 방사경로로 분배하기 위한 광 경로 분리부;
- <46> 복수의 컨틸레버, 상기 컨틸레버의 자유단에 각각 형성되어 시료의 표면 굴곡에 연동하는 복수의 팁, 일체로 형성되어 상기 컨틸레버 각각의 구동을 제어하기 위한 박막형 액츄에이터와, 상기 기준주파수의 구동전압에 의해 구동되는 하나의 벌크형 액츄에이터를 포함하여 상기 광경로 분리부로부터 방사되는 레이저빔을 반사하기 위한 스캐닝 프로브부;
- <47> 상기 스캐닝 프로브부로부터 반사되는 각각의 레이저빔을 검출하여 복수의 검출신호를 발생하기 위한 광검출부; 그리고
- <48> 상기 광검출부로부터 검출신호를, 상기 기준주파수 발생기로부터 기준주파수를 제공받아 상기 박막형 액츄에이터의 구동전원을 제어하여 변위를 제어하기 위한 위치제어 연산부를 구비하는 스캐닝 프로브의 구동장치를 제공한다.
- <49> 또한, 본 발명의 제2의 목적을 실현하기 위하여, 본 발명은,
- <50> (i) 기준주파수 성분의 구동전압을 벌크형 액츄에이터에 인가하여 스캐닝 프로브를 구동시키는 단계;
- <51> (ii) 상기 스캐닝 프로브의 적어도 하나 이상의 팁과 측정시료간에 작용하는 원자간 반발력에 의해 변화된 팁의 움직임 주파수성분에 응답하여 컨틸레버 상에서 반사되는 적어도 하나 이상의 레이저 광을 감지하는 단계;

- <52> (iii) 상기 감지된 신호로부터 움직임 주파수 성분을 검출하는 단계;
- <53> (iv) 상기 검출된 움직임 주파수 성분과 상기 기준주파수 성분을 비교하여 팁과 시료간의 변위차를 연산하는 단계;
- <54> (v) 상기 연산된 변위차에 응답하여 움직여야 하는 적어도 하나 이상의 팁의 변위량을 산출하는 단계; 그리고
- <55> (vi) 상기 변위량에 따라 적어도 하나 이상의 박막 액츄에이터를 제어하여 팁을 이동시키는 단계를 포함하는 스캐닝 프로브의 구동방법을 제공한다.
- <56> 본 발명에 따른 스캐닝 프로브의 구동장치 및 이의 구동방법에 의하면, 스캐닝 프로브 상에 박막형 액츄에이터를 구성하여 팁을 측정시료 상에 위치시키는 포지셔닝 동작을 수행하고, 스캐닝 프로브의 외부에 벌크형 액츄에이터를 구성하여 팁이 측정시료의 표면굴곡을 소정의 주기로 검출하기 위하여 팁의 탭핑 동작을 수행할 수 있다.
- <57> 이하, 첨부한 도면을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예들을 통해 본 발명을 보다 상세하게 설명하고자 한다.
- <58> 도 3은 본 발명에 의한 스캐닝 프로브의 구동장치의 일 실시예를 도시한 블록도이다.
- <59> 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 스캐닝 프로브의 구동장치는 레이저원(100), 기준주파수 발생기(200), 스캐닝 프로브(300), 광검출부(400) 그리고 위치제어 연산부(500)로 구성된다.
- <60> 상기 레이저원(100)은 레이저광을 상기 스캐닝 프로브(300)에 입사하며, 상기 기준주파수 발생기(200)는 기준주파수를 상기 스캐닝 프로브(300)에 제공한다.

- <61> 상기 스캐닝 프로브(300)는 팁(310), 컨틸레버(320), 벌크형 액츄에이터(330) 그리고 박막형 액츄에이터(340)를 포함하여 상기 레이저광을 반사한다. 상기 팁(310)은 상기 컨틸레버(320)의 일단인 자유단에 형성되어 측정시료의 표면 굴곡에 연동한다.
- <62> 상기 벌크형 액츄에이터(330)는 상기 컨틸레버(320)의 타단에 외부적으로 형성되어 상기 기준주파수, 바람직하게는 수백 kHz에 의해 구동되어 상기 스캐닝 프로브(300)가 탭핑(tapping) 동작을 수행하게 한다. 이 때 상기 탭핑 동작은 도 5에 도시한 바와 같이, 팁(310)이 측정시료의 표면에 접촉한 상태인 콘택(contact) 모드와 팁이 측정시료의 표면에 이격된 상태인 논-콘택(non-contact) 모드의 중간 동작으로 팁이 시료의 표면에 일정 주기로 접촉하는 동작을 가리킨다.
- <63> 상기 박막형 액츄에이터(340)는 상기 컨틸레버(320)의 타단에 일체적으로 형성되어 컨틸레버의 포지셔닝(positioning) 동작을 수행한다. 이때 상기 포지셔닝 동작은 팁을 측정시료의 표면에 밀착시키는 동작을 가리킨다.
- <64> 상기 광검출부(400)는 포토 다이오드(photo diode; 410) 및 증폭기(420)를 포함한다. 상기 포토 다이오드(410)는 상기 컨틸레버(320)로부터 반사되는 레이저빔의 반사각에 대한 정보를 검출하고 상기 증폭기(420)는 상기 반사각에 대한 정보를 증폭한다.
- <65> 상기 위치제어 연산부(500)는 상기 광검출부(400)로부터 반사광의 반사각에 대한 정보를 제공받고 상기 기준주파수 발생기(200)로부터 기준주파수를 제공받아 변위제어를 구동하기 위한 신호를 상기 박막형 액츄에이터(340)에 제공한다. 또한, 상기 위치제어 연산부(500)는 측정시료의 굴곡정보를 컴퓨터에 제공하여 디스플레이하기도 한다. 보다 상세하게는, 상기 위치제어 연산부(500)는 주파수 복조기(510), 주파수차 연산기(520), 변위차 연산기(530) 그리고 위치 구동기(540)를 구비한다.

- <66> 상기 주파수 복조기(510)는 상기 검출된 레이저빔의 반사각도에 대한 신호의 주파수 성분을 복조하여 상기 주파수차 연산기(520)에 제공한다. 이때 상기 주파수 성분은 스캐닝 프로브 끝에 형성된 팁(310)과 표면상태를 측정하고자 하는 시료간에 작용하는 원자간 반발인력(반 데르 발스힘)에 의해 변화되는 팁의 움직임 주파수이다.
- <67> 상기 주파수차 연산기(520)는 상기 기준주파수 발생기(200)로부터 제공되는 기준주파수 성분과 상기 주파수 복조기(510)로부터 제공되는 레이저빔의 주파수 성분의 차신호를 검출한다.
- <68> 상기 변위차 연산기(530)는 상기 주파수차 연산기(520)로부터 차신호를 제공받아 팁(310)의 변위차 신호로 변환한다.
- <69> 상기 위치 구동기(540)는 상기 변위차 연산기(530)로부터 변환된 변위차 신호를 제공받아 팁을 움직여야 하는 변위량인 위치제어 신호를 상기 박막형 액츄에이터(340)에 제공하여 상기 박막형 액츄에이터(340)의 변위를 제어한다.
- <70> 상술한 본 발명의 일 실시예에서는 스캐닝 프로브와 일체로 박막형 액츄에이터를 구성하고, 스캐닝 프로브의 외부에 하나의 벌크형 액츄에이터를 구성하여 박막형 액츄에이터로는 컨틸레버의 팁을 측정시료에 밀착시키는 동작을 수행하고, 벌크형 액츄에이터로는 컨틸레버의 팁을 측정시료의 표면에 탭핑 동작을 수행하게 하였다.
- <71> 도 5는 본 발명에 의한 스캐닝 프로브의 구동장치의 다른 실시예를 도시한 블록도이다.
- <72> 도 5를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 의한 스캐닝 프로브의 구동장치는 레이저원(100), 기준주파수 발생기(200), 광경로 분리기(600), 스캐닝 프로브(700), 광검출

부(800) 그리고 위치제어 연산부(900)로 구성된다. 설명의 편의를 위하여 스캐닝 프로브에는 2개의 컨틸레버가 구비되는 것을 설명한다.

<73> 상기 레이저원(100)은 레이저광을 상기 광경로분리기(600)에 입사한다.

<74> 도 6은 광경로 분리기의 일 실시예를 도시한 것이다.

<75> 도 6을 참조하면, 상기 광경로 분리기(600)는 제1 전극(612), 변형층(614) 및 제2 전극(616)을 갖는 액츄에이터(610), 상기 액츄에이터(610)의 제1 전극(612) 또는 제2 전극(616)의 일면에 형성된 거울(630) 그리고 가변전원(620)을 구비한다.

<76> 보다 상세하게는, 상기 가변전원(620)은 상기 액츄에이터(610)의 제1 전극(612) 및 제2 전극(616)에 가변적으로 구동전원을 제공하고 상기 가변전원(620)에 응답하여 상기 변형층(614)은 변형을 일으키게 된다. 상기 변형층(614)의 변형에 따라 제1 전극(612) 또는 제2 전극(616)에 밀착되어 형성된 거울(630)의 기울기가 변하게되어 상기 레이저원(100)으로부터 제공되는 레이저광의 경로를 상이하게 할 수 있다.

<77> 상기 스캐닝 프로브(700)는 제1 컨틸레버(720), 제2 컨틸레버(722), 상기 제1 및 제2 컨틸레버(720, 722)의 자유단에 각기 형성된 팁들(710)(712), 상기 각각의 컨틸레버에 일체로 형성된 제1 및 제2 박막형 액츄에이터(740)(742), 그리고 상기 스캐닝 프로브에 외부적으로 형성된 벌크형 액츄에이터(730)를 포함하여 상기 광경로 분리기(600)에 의해 상이한 경로로 입사되는 레이저광을 반사한다.

<78> 보다 상세하게는, 상기 각각의 팁들(710)(712)은 상기 컨틸레버의 일단인 자유단에 각각 형성되어 측정시료의 표면 굴곡에 따라 연동한다. 상기 벌크형 액츄에이터(730)는 상기 컨틸레버의 타단에 외부적으로 형성되어 상기 기준주파수, 바람직하게는 수백 kHz에

의해 구동되어 스캐닝 프로브가 탭핑(tapping) 동작을 수행하게 한다. 상기 박막형 액츄에이터(740)(742)는 상기 컨틸레버의 타단에 일체적으로 형성되어 컨틸레버의 포지셔닝(positioning) 동작을 수행한다.

- <79> 상기 광검출부(800)는 2개의 포토 다이오드(photo diode)(810)(820) 및 이의 출력단에 각각 구성된 2개의 증폭기(830)(840)를 포함한다. 상기 2개의 포토 다이오드(810)(820)는 상기 스캐닝 프로브의 해당 컨틸레버로부터 반사되는 레이저빔의 반사각에 대한 정보를 검출하고 상기 증폭기(830)(840)는 상기 반사각에 대한 정보를 증폭한다.
- <80> 상기 위치제어 연산부(900)는 상기 광검출부(800)로부터 반사광의 반사각에 대한 정보를 제공받고, 상기 기준주파수 발생기(200)로부터 기준주파수를 제공받아 변위제어를 구동하기 위한 신호를 상기 박막형 액츄에이터(740)(742)에 각각 제공한다.
- <81> 또한, 상기 위치제어 연산부(900)는 측정시료의 굴곡정보를 컴퓨터에 제공하여 디스플레이하기도 한다.
- <82> 보다 상세하게는, 상기 위치제어 연산부(900)는 제1 및 제2 주파수 복조기(912)(914), 제1 및 제2 주파수차 연산기(922)(924), 제1 및 제2 변위차 연산기(932)(924), 그리고 제1 및 제2 위치 구동기(942)(944)를 구비한다.
- <83> 상기 제1 및 제2 주파수 복조기(912)(914)는 각기 상기 해당 광검출기로부터 검출된 레이저빔의 반사각도에 대한 신호의 주파수 성분을 복조하여 상기 제1 및 제2 주파수차 연산기(922)(924)의 각기 제공한다. 이때 상기 주파수 성분은 스캐닝 프로브 끝에 형성된 팁과 표면상태를 측정하고자 하는 시료간에 작용하는 원자간 반발인력(반 데르 발스힘)에 의해 변화되는 팁의 움직임 주파수이다.

- <84> 상기 제1 및 제2 주파수차 연산기(922)(924)는 각기 상기 기준주파수 발생기(200)로부터 제공되는 기준주파수 성분과 상기 제1 및 제2 주파수 복조기(912)(914)로부터 각기 제공되는 레이저빔의 주파수 성분의 제1 차신호(923) 및 제2 차신호(925)를 검출한다. 이어 검출된 제1 및 제2 차신호(923)(925)를 상기 제1 및 제2 변위차 연산기(932)(934)에 제공하고, 또한 컴퓨터에 제공하여 측정시료의 굴곡정도를 디스플레이하기도 한다.
- <85> 상기 제1 및 제2 변위차 연산기(932)(934)는 각기 상기 제1 및 제2 주파수 차연산기(922)(924)의 각각으로부터 제1 및 제2 차신호(923)(925)를 각각 제공받아 텃의 제1 및 제2 변위차 신호(933)(935)로 각기 변환한다.
- <86> 상기 제1 및 제2 위치 구동기(942)(944)의 각각은 상기 제1 및 제2 변위차연산기(932)(934)의 각각으로부터 변환된 제1 및 제2 변위차 신호(933)(935)를 각기 제공받아 텃을 움직여야 하는 변위량인 제1 및 제2 위치제어 신호(943)(945)를 각기 상기 제1 및 제2 박막형 액츄에이터(740)(742)에 제공하여 상기 제1 및 제2 박막형 액츄에이터(740, 742)의 각각의 변위를 제어한다.
- <87> 상기한 본 발명의 다른 실시예에서는 레이저원으로부터 방사되는 레이저빔의 경로를 분배하기 위한 광경로 분리기를 구성하고, 스캐닝 프로브에 2개의 컨틸레버를 구성하여 측정시료의 굴곡정도를 측정하는 장치를 설명하였으나 컨틸레버 상에 형성되는 박막형 액츄에이터는 아주 미세한 넓이를 가지므로 다수의 컨틸레버를 하나의 스캐닝 프로브에 형성하여 측정시료의 굴곡정도를 측정할 수도 있을 것이다.
- <88> 또한, 상기에서는 다수 개의 컨틸레버가 구성됨에 따라서 그의 수에 맞게 위치제어 연산부내에 구성된 주파수 복조기, 주파수 연산기, 변위차 연산기, 그리고 위치구동기

의 수도 증가되도록 구성한 것을 설명하였다. 그러나 주파수 복조기의 전단에 멀티플렉서를 구성하고 위치구동기의 후단에 디멀티플렉서를 구성하고 상기한 광경로 분리기의 구동 동작과의 동기만 시켜준다면 하나의 주파수 복조기, 주파수 연산기, 변위차 연산기, 그리고 위치 구동기를 사용할 수 있음은 자명한 일이다.

- <89> 도 7은 본 발명에 의한 스캐닝 프로브의 구동방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- <90> 도 7을 참조하면, 구동초기에 기준주파수 성분의 구동전압을 벌크형 액츄에이터에 인가하여 스캐닝 프로브를 구동시킨다(단계 S1).
- <91> 상기 스캐닝 프로브의 적어도 하나 이상의 팁과 측정시료간에 작용하는 원자간 반발력에 의해 변화된 팁의 움직임 주파수 성분에 응답하여 컨틸레버 상에서 반사되는 적어도 하나 이상의 레이저광을 감지한다(단계 S3).
- <92> 상기 단계 S3에서 감지된 신호로부터 팁의 움직임 주파수성분을 검출한다(단계 S5).
- <93> 상기 단계 S5에서 검출된 팁의 움직임 주파수 성분과 상기 기준주파수 성분을 비교하여 팁과 시료간의 변위차를 연산한다(단계 S7).
- <94> 이어 상기 연산된 변위차에 응답하여 움직여야 하는 적어도 하나 이상의 팁의 변위량을 산출한다(단계 S9).
- <95> 상기 변위량에 따라 적어도 하나 이상의 박막 액츄에이터를 제어하여 팁을 이동시킨다(단계 S11).
- <96> 이어 구동장치를 계속 동작시켜야하는지를 체크하여 계속동작시켜야 하는 경우에는 상기 단계 S1로 피드백하여 상기한 동작을 반복한다(단계 S13).

<97> 이상 설명한 바와 같이, 본 발명은 스캐닝 프로브의 외부에 수백㎍로 구동되는 벌크형 액츄에이터를 구성하여 컨틸레버의 탭핑동작을 수행하고, 스캐닝 프로브의 컨틸레버와 일체로 수십 ㎍로 구동되는 박막형 액츄에이터를 구성하여 컨틸레버의 포지셔닝 동작을 수행함으로써 다수 개의 컨틸레버가 동시에 고속으로 스캐닝동작이 가능하다.

【발명의 효과】

- <98> 이상, 설명한 바와 같이 본 발명에 따라 스캐닝 프로브의 외부에 벌크형 액츄에이터를 구성하여 상기 벌크형 액츄에이터의 구동 주파수가 수백 ㎍인 고주파수로 스캐닝 프로브를 측정시료의 표면에 위치시키는 동작을 수행하고, 스캐닝 프로브와 일체로 박막형 액츄에이터를 구성함으로써 상기 벌크형 액츄에이터의 구동 주파수가 상기 벌크형 액츄에이터의 구동주파수보다는 상대적으로 저주파수인 수십 ㎍의 저주파수로 스캐닝 프로브를 측정시료의 표면을 탭핑(tapping) 또는 점핑(jumping)하는 동작을 수행할 수 있다.
- <99> 또한 복수의 스캐닝 프로브에 박막형 액츄에이터를 각각 형성하고 이로부터 검출되는 위치제어 신호를 이용하여 각각의 스캐닝 프로브의 동작을 제어할 수 있으므로 동시에 스캐닝 동작을 수행할 수 있다.
- <100> 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

레이저원;

기준주파수 성분을 발생하기 위한 기준주파수발생기;

컨틸레버, 상기 컨틸레버의 자유단에 형성되어 측정시료의 표면 굴곡에 연동하는 팁, 일체로 형성되어 상기 컨틸레버의 구동을 제어하기 위한 박막형 액츄에이터, 그리고 기준주파수의 구동전압에 의해 구동되는 벌크형 액츄에이터를 포함하여 상기 레이저원으로부터 방사되는 레이저를 반사하기 위한 스캐닝 프로브수단;

상기 스캐닝 프로브 수단으로부터 반사되는 레이저빔을 검출하여 검출신호를 발생하기 위한 광검출 수단; 그리고

상기 광검출 수단으로부터 검출신호를, 상기 기준주파수 발생기로부터 기준주파수를 제공받아 상기 박막형 액츄에이터의 구동전원을 제어하여 변위를 제어하기 위한 위치 제어 연산수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 스캐닝 프로브의 구동장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 검출신호는 팁의 진동주파수이고, 상기 벌크형 액츄에이터는 스캐닝 프로브의 탭핑 동작을 수행하며, 상기 박막형 액츄에이터는 스캐닝 프로브의 포지셔닝 동작을 수행하는 것을 특징으로 하는 스캐닝 프로브의 구동장치.

【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 스캐닝 프로브수단의 상기 박막형 액츄에이터는 복수 개가

어레이 형태로 배열되어 각기 독립적으로 포지셔닝 동작을 수행하는 것을 특징으로 하는 스캐닝 프로브의 구동장치.

【청구항 4】

제1항에 있어서, 상기 위치제어 연산수단은, 상기 검출된 레이저빔의 주파수성분을 복조하기 위한 주파수 복조기, 상기 기준주파수 성분과 상기 주파수 복조기로부터 제공되는 레이저빔의 주파수 성분의 차신호를 검출하기 위한 주파수차 연산기, 상기 주파수차 연산기로부터 차신호를 제공받아 팁의 변위량 신호로 변환하기 위한 변위차 연산기, 그리고 상기 박막형 액츄에이터에 상기 변위량 신호를 제공하기 위한 피드백 제어기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스캐닝 프로브의 구동장치.

【청구항 5】

레이저원;

기준주파수 성분을 발생하기 위한 기준주파수발생기;

상기 레이저원으로부터 입사되는 레이저빔을 상이한 방사경로로 분배하기 위한 광경로 분리수단;

복수의 컨틸레버, 상기 컨틸레버의 자유단에 각각 형성되어 시료의 표면 굴곡에 연동하는 복수의 팁, 일체로 형성되어 상기 컨틸레버 각각의 구동을 제어하기 위한 박막형 액츄에이터와, 상기 기준주파수의 구동전압에 의해 구동되는 하나의 벌크형 액츄에이터를 포함하여 상기 광경로 분리수단으로부터 방사되는 레이저빔을 반사하기 위한 스캐닝 프로브수단;

상기 스캐닝 프로브수단으로부터 반사되는 각각의 레이저빔을 검출하여 복수의 검출신호를 발생하기 위한 광검출 수단; 그리고

상기 광검출 수단으로부터 검출신호를, 상기 기준주파수 발생기로부터 기준주파수를 제공받아 상기 박막형 액츄에이터의 구동전원을 제어하여 변위를 제어하기 위한 위치 제어 연산수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 스캐닝 프로브의 구동장치.

【청구항 6】

제5항에 있어서, 상기 검출신호는 팁의 진동주파수인 것을 특징으로 하는 스캐닝 프로브의 구동장치.

【청구항 7】

제5항에 있어서, 상기 광경로 분리수단은, 제1 전극, 변형층, 그리고 제2 전극을 포함하는 액츄에이터, 상기 액츄에이터에 가변적으로 구동전압을 제공하여 틸팅동작을 수행하기 위한 가변전원, 그리고 상기 액츄에이터의 어느 한 전극에 형성되어 입사되는 레이저광을 상이한 경로로 반사하기 위한 거울을 포함하는 것을 특징으로 하는 스캐닝 프로브의 구동장치.

【청구항 8】

제5항에 있어서, 상기 위치제어 연산수단은, i) 상기 검출된 각각의 레이저빔 신호를 다중화하기 위한 멀티플렉서, ii) 상기 멀티플렉서로부터 출력되는 레이저빔 신호를 제공받아 주파수 성분을 복조하기 위한 주파수 복조기, iii) 상기 기준주파수 성분과 상기 주파수 복조기로부터 제공되는 레이저빔의 주파수 성분의 차신호를 검출하기 위한 주파수차 연산기, iv) 상기 주파수차 연산기로부터 차신호를 제공받아 팁의 변위량 신호

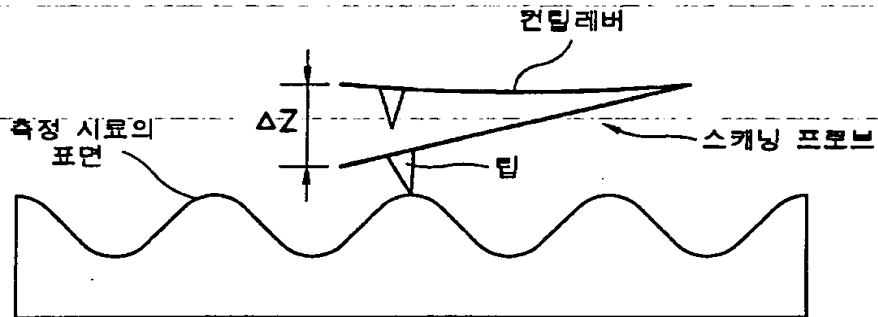
로 변환하기 위한 변위차 연산기, v) 상기 박막형 액츄에이터에 상기 변위량 신호를 제공하기 위한 피드백 제어기, 그리고 vi) 상기 광경로 분리수단에 동기하여 해당 박막형 액츄에이터에 상기 변위량 신호를 제공하기 위한 디멀티플렉서를 포함하는 것을 특징으로 하는 스캐닝 프로브의 구동장치.

【청구항 9】

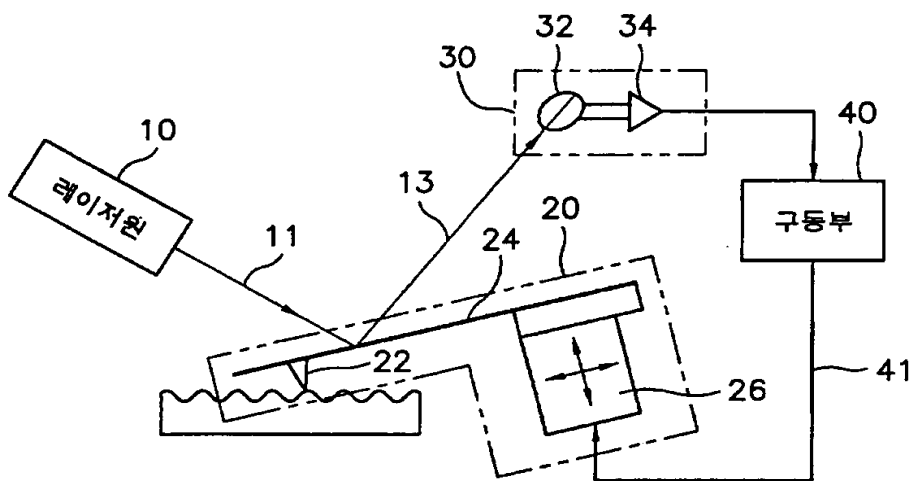
- (i) 기준주파수 성분의 구동전압을 벌크형 액츄에이터에 인가하여 스캐닝 프로브를 구동시키는 단계;
- (ii) 상기 스캐닝 프로브의 적어도 하나 이상의 팁과 측정시료간에 작용하는 원자간 반발력에 의해 변화된 팁의 움직임 주파수성분에 응답하여 컨틸레버 상에서 반사되는 적어도 하나 이상의 레이저광을 감지하는 단계;
- (iii) 상기 감지된 신호로부터 팁의 움직임 주파수성분을 검출하는 단계;
- (iv) 상기 검출된 움직임 주파수성분과 상기 기준주파수성분을 비교하여 팁과 시료간의 변위차를 연산하는 단계;
- (v) 상기 연산된 변위차에 응답하여 움직여야하는 적어도 하나 이상의 팁의 변위량을 산출하는 단계; 그리고
- (vi) 상기 변위량에 따라 적어도 하나 이상의 박막 액츄에이터를 제어하여 팁을 이동시키는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 스캐닝 프로브의 구동방법.

【도면】

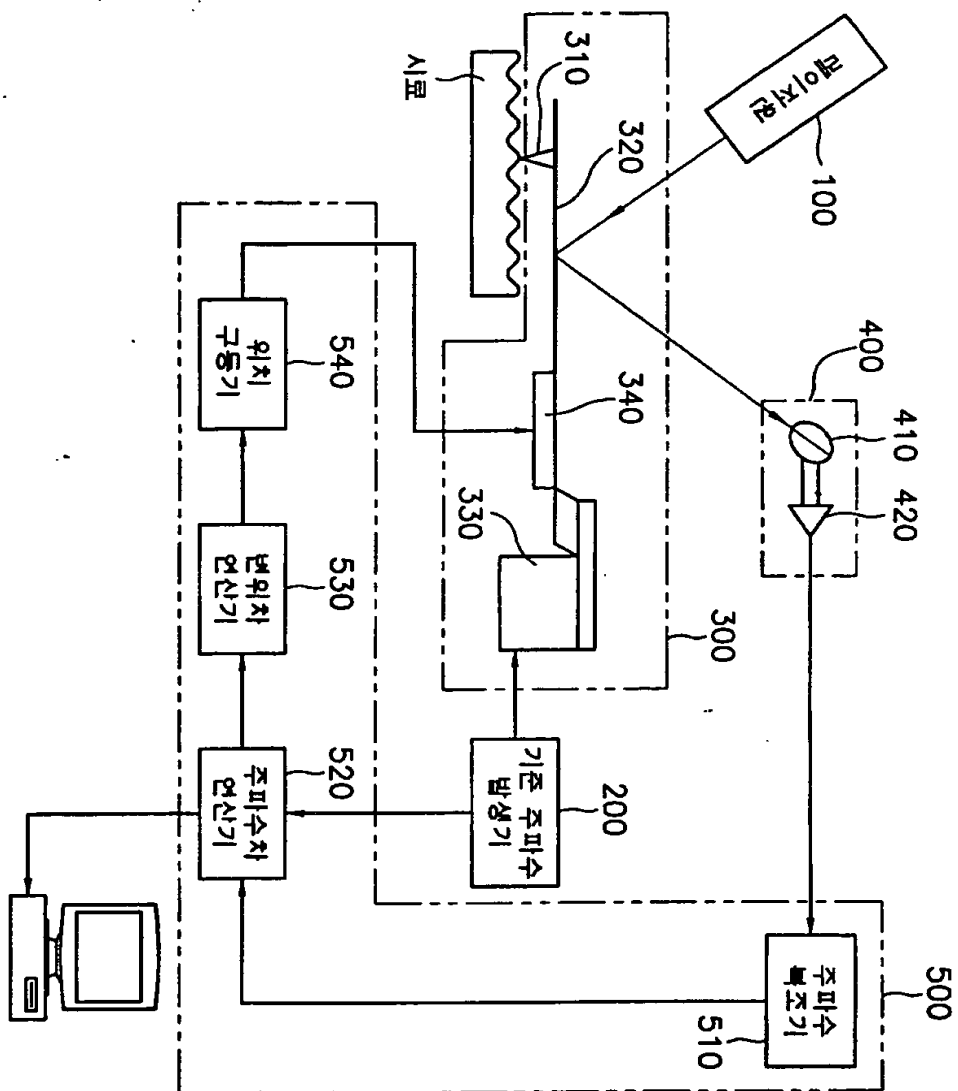
【도 1】



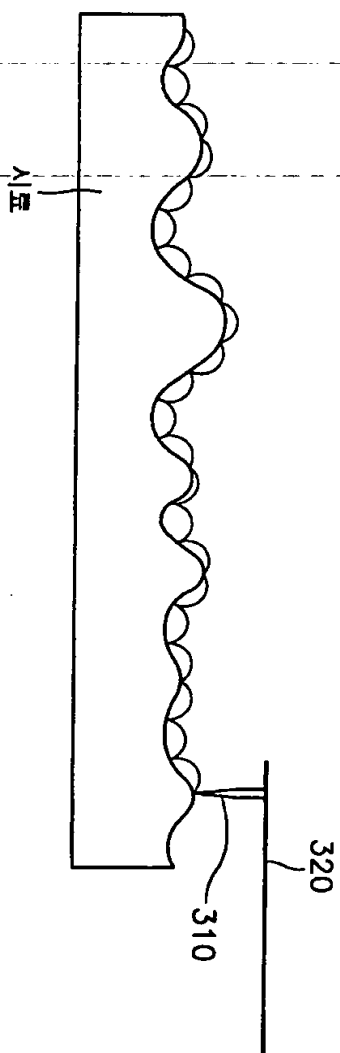
【도 2】



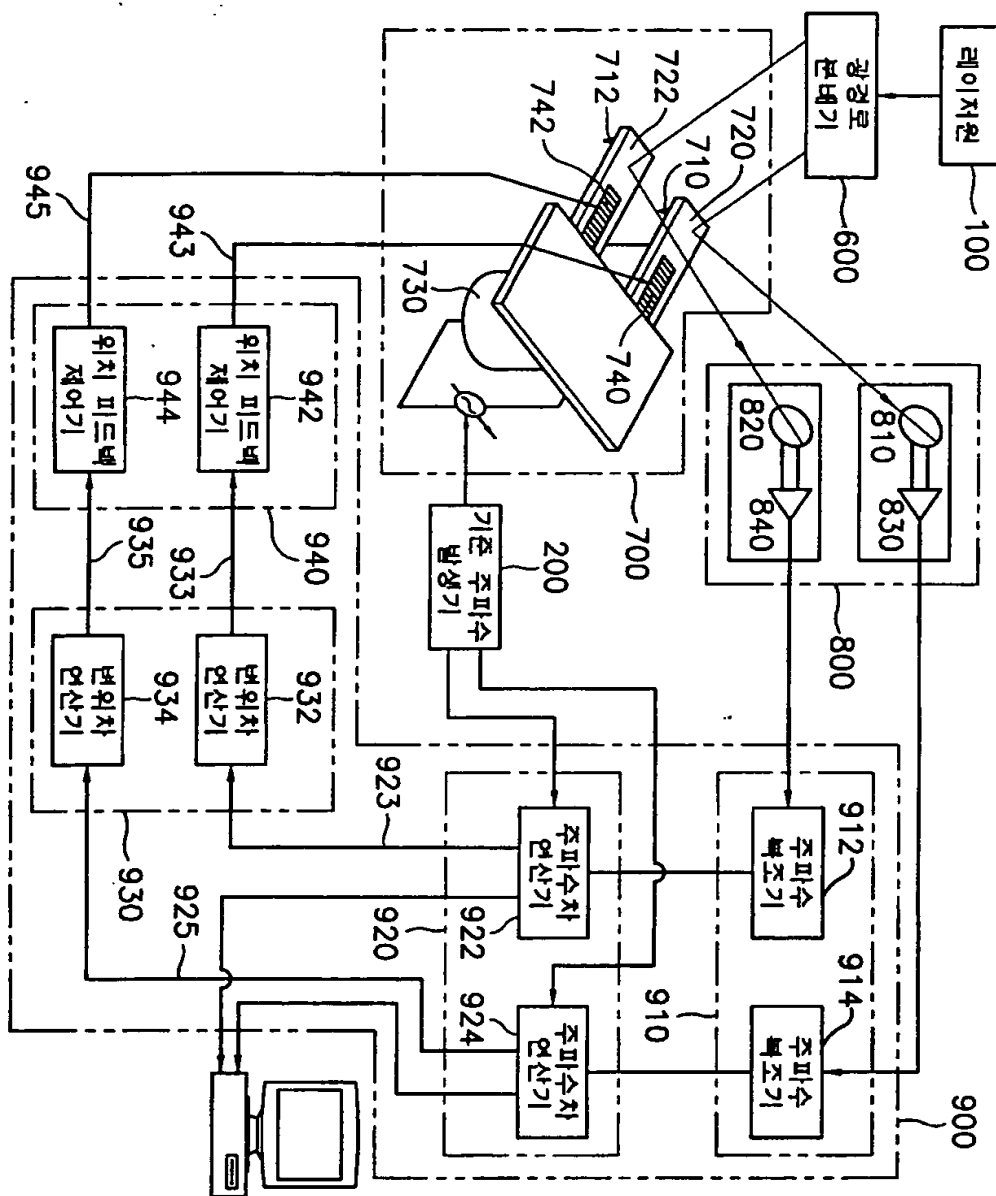
【도 3】



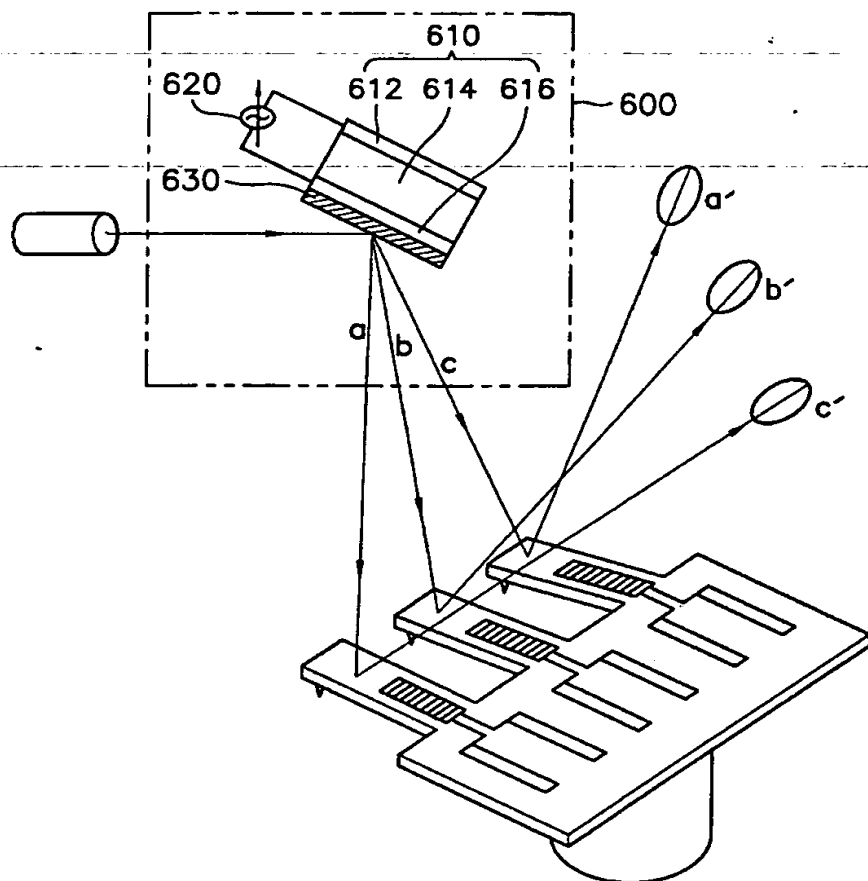
【도 4】



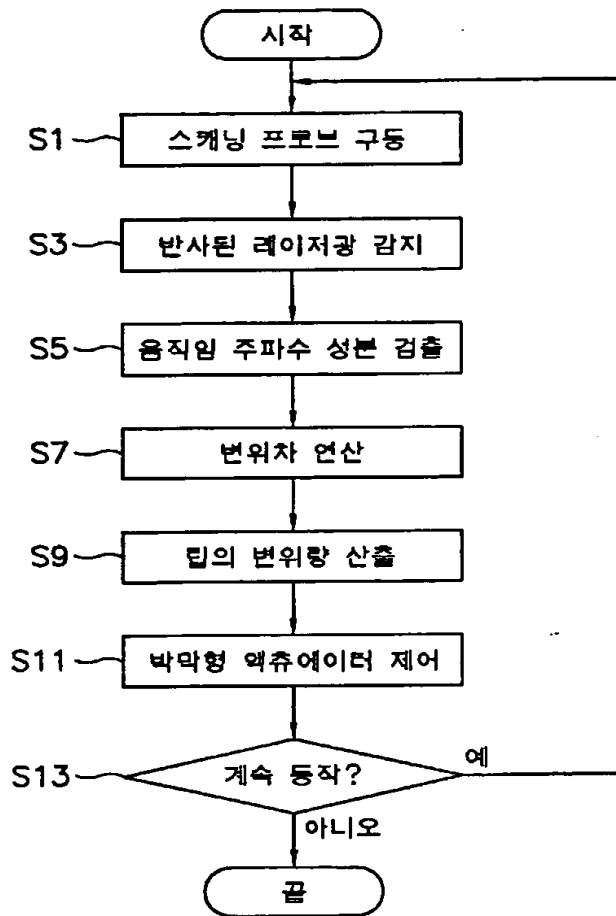
【도 5】



【도 6】



【도 7】



【서류명】	서지사항 보정서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2000.01.24
【제출인】	
【명칭】	대우전자
【출원인코드】	1-1998-000696-1
【사건과의 관계】	출원인
【대리인】	
【성명】	박희진
【대리인코드】	9-1998-000233-1
【포괄위임등록번호】	1999-005328-4
【대리인】	
【성명】	박영우
【대리인코드】	9-1998-000230-2
【포괄위임등록번호】	1999-005329-1
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-1999-0020854
【출원일자】	1999.06.05
【심사청구일자】	1999.06.05
【발명의 명칭】	스캐닝 프로브를 구동하기 위한 장치 및 이의 구동방법
【제출원인】	
【접수번호】	1-1-99-0057224-99
【접수일자】	1999.06.05
【보정할 서류】	특허출원서
【보정할 사항】	
【보정대상 항목】	발명자
【보정방법】	정정
【보정내용】	
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김유광
【성명의 영문표기】	KIM, You Kwang
【주민등록번호】	641208-1018714
【우편번호】	463-010

【주소】	경기도 성남시 분당구 정자동 우성아파트 303-602
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김상국
【성명의 영문표기】	KIM, Sang Gook
【주민등록번호】	551211-1024412
【우편번호】	100-272
【주소】	서울특별시 중구 필동2가 128-6 대우빌라 101호
【국적】	KR
【취지】	특허법시행규칙 제13조의 규정에 의하여 위와 같이 제출합니다. 대리인 박희진 (인) 대리인 박영우 (인)
【수수료】	
【보정료】	원
【기타 수수료】	원
【합계】	원